



XII CPGZC

XII CONGRESSO SOBRE PLANEAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS
COSTEIRAS DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA

Zonas Costeiras Inteligentes

PRAIA DA VITÓRIA: DESEMPENHO DO SISTEMA HIDRALERTA

Conceição J.E.M. FORTES, Liliana PINHEIRO, Catarina Zózimo, Larize LIMA, [Mauro MACIEL](#), [Sofia GOULART](#)

Laboratório Nacional de Engenharia Civil

[Universidade de Aveiro](#)

[Camara Municipal da Praia da Vitória](#)



XII CPGZC

XII CONGRESSO SOBRE PLANEAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS
COSTEIRAS DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA

Zonas Costeiras Inteligentes

Resumo

- Projeto LIFE GARACHICO - Praia da Vitória, Terceira, Açores
- Objetivos e Metodologia
- Sistema HIDRALERTA
 - Descrição
 - Desempenho desde 2022
- Estratégia de melhoria
 - Aplicação do modelo SWASH
 - Resultados
- Conclusões



XII CPGZC

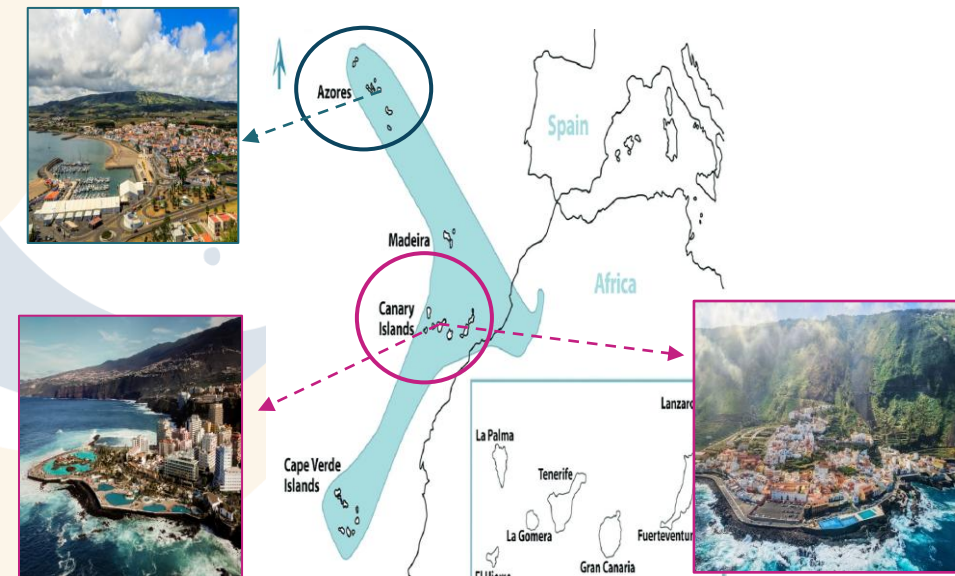
XII CONGRESSO SOBRE PLANEAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS
COSTEIRAS DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA

Zonas Costeiras Inteligentes

Projeto LIFE-Garachico

Objetivos

- **Objetivo principal:**
 - Desenvolvimento de metodologias cujo objetivo seja a criação de um **Quadro Estratégico de Adaptação Flexível** para os municípios litorais da Macaronésia
 - ✓ Aumentar a resiliência destas áreas face a eventos costeiros extremos, atuais e futuros, decorrentes das alterações climáticas
 - Abordagem participativa dinâmica, que posiciona o público como protagonista e parte fundamental do projeto
- **Objetivos específicos**
 - Padronizar procedimentos para **análise de risco de inundação costeira**
 - Desenvolver ferramentas para determinar os níveis de risco aceitáveis para as comunidades
 - Implementar medidas de adaptação flexível e **sistemas de previsão e alerta precoce**
 - Elaborar recomendações técnicas e ferramentas de gestão para eventos de risco costeiro na Macaronésia
 - Definir novas políticas de gestão dos riscos remanescentes e impulsionar a empregabilidade
 - Promover a implementação do Quadro Estratégico de Adaptação Flexível na EU
- **Casos de estudo**
 - Vila de Garachico e Puerto de La Cruz (ambas na ilha de Tenerife, Canárias, Espanha)
 - Vila da Praia da Vitória (Terceira, Açores, Portugal)



Desafio comum para centros urbanos costeiros insulares
ADAPTAÇÃO



XII CPGZC

XII CONGRESSO SOBRE PLANEAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS
COSTEIRAS DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA

Zonas Costeiras Inteligentes

Projeto LIFE Garachico

Praia da Vitória



Exposição da marginal da Praia da Vitória a eventos de galgamento
Necessidade de antecipar situações de risco e apoiar a emergência





XII CPGZC

XII CONGRESSO SOBRE PLANEAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS
COSTEIRAS DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA

Zonas Costeiras Inteligentes

Projeto Life-Garachico Praia da Vitória



Galgamentos leves na Praia da Vitória. Data: 14 de Novembro de 2024

- Algumas medidas implementadas:
 - Implementação do Sistema HIDRALERTA para a marginal da Praia da Vitória, para a previsão e alerta do risco de galgamento
 - Identificação de estratégias e medidas de adaptação
 - Introdução no HIDRALERTA de ações protocolares para cada nível de alerta em colaboração com a CMPV e Proteção Civil



Agilizar/otimizar/ facilitar a tomada de
decisões pelas autoridades competentes
nas situações de emergência



XII CPGZC

XII CONGRESSO SOBRE PLANEAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS
COSTEIRAS DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA

Zonas Costeiras Inteligentes

Objetivo e Metodologia

- Objetivo
 - Avaliar o desempenho do HIDRALERTA na previsão dos alertas
 - Implementar estratégia de melhoria da previsão dos alertas
- Metodologia
 - Desempenho
 - Analisar a série de alertas do HIDRALERTA desde 2022
 - Identificar as datas de alerta e comparar com a informação da CMPV e PCPV
 - Estratégia
 - Utilizar o modelo SWASH (Zijlema *et al.*, 2011) para os casos identificados de Alerta 3
 - Comparar resultados com a informação da CMPV e PCPV



XII CPGZC

XII CONGRESSO SOBRE PLANEAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS
COSTEIRAS DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA

Zonas Costeiras Inteligentes

Sistema HIDRALERTA Praia da Vitória

Sistema HIDRALERTA

Sistema de previsão, alerta e avaliação do risco associado ao galgamento, inundação e navegação em zonas portuárias e costeiras

- Dados de agitação marítima
- Propagação numérica: largo-costa/porto (SWAN+DREAMS)
- Estimativa do galgamento~com NNOVERTOPPING2
- Avaliação do risco e níveis de alerta

WWIII

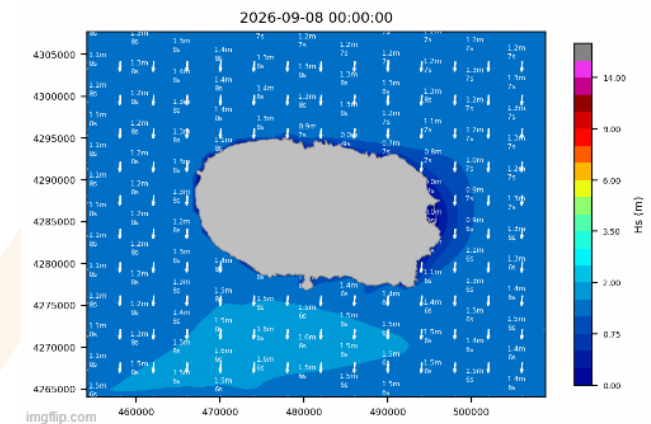
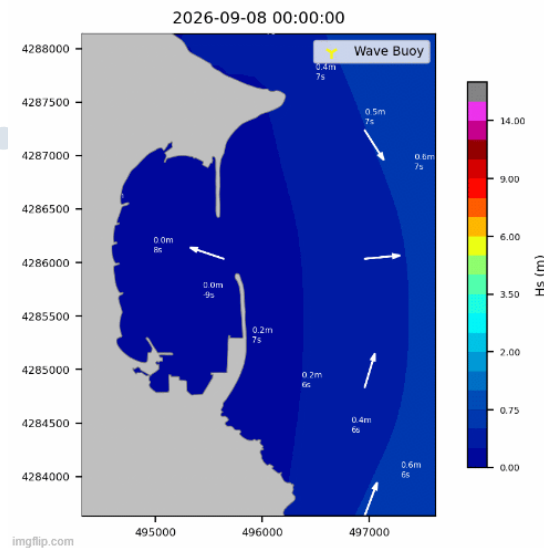
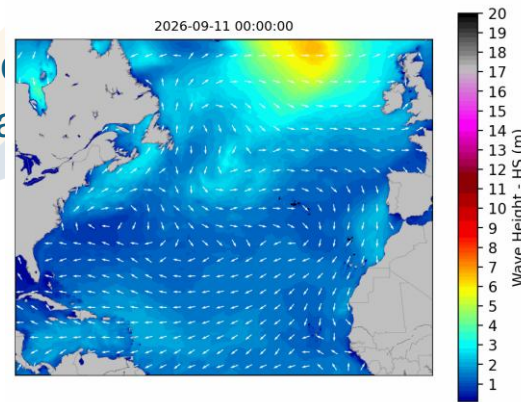
SWAN

DREAMS

NNOVERTOPPING2

ALERTA

Porto
Praia da
Vitória





XII CPGZC

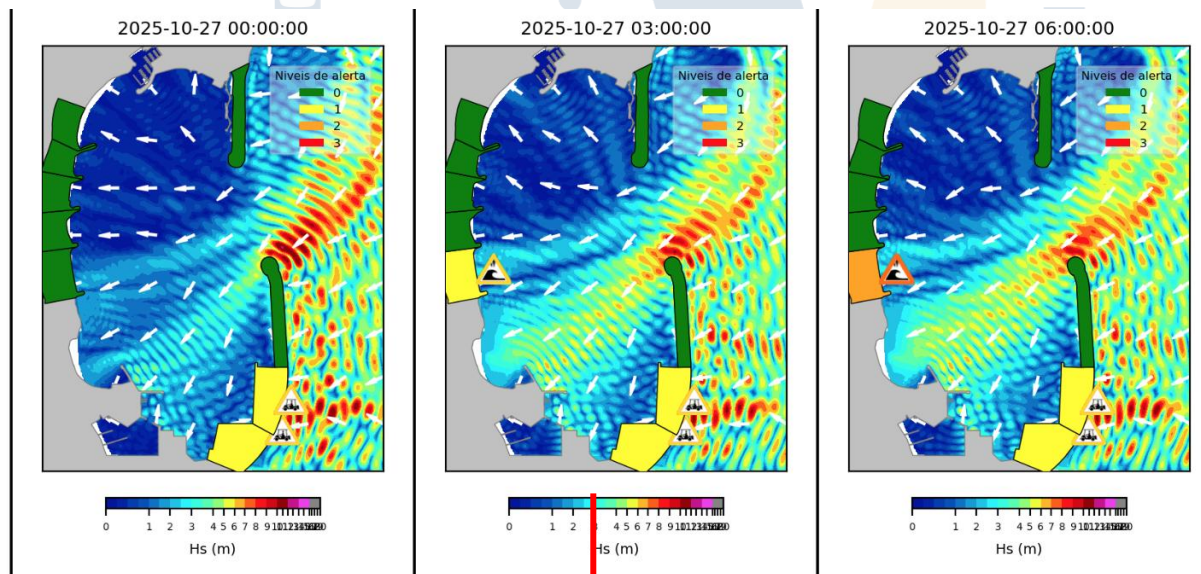
XII CONGRESSO SOBRE PLANEAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS
COSTEIRAS DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA

Zonas Costeiras Inteligentes

Sistema HIDRALERTA

Inserção da Matriz Protocolar no HIDRALERTA

- Disseminação da informação à CMPV e à Proteção Civil
 - Boletins com alertas de galgamento com horizonte de 72 horas
 - Ações transmitidas à CMPV e à Proteção Civil
- Apoio à decisão e gestão de emergência



Previsão e alertas de galgamentos na Praia da Vitória. Data: 27 de Outubro de 2025

Pessoas	2	Pessoas saudáveis, com capacidade de atenção, com vestuários adequados	0	Galgamento leve (Alerta Amarelo): I) Contactar a AMN para definir o tipo de ações a tomar; II) Divulgar o alerta e as medidas de autoproteção nas redes sociais e no site da CMPV; III) Contactar o proprietário do bar; IV) Proibir circulação de pedestres na via pedonal Este (entre os postos de interdição B e C);
			1	Galgamento parcial (Alerta Laranja): I) Contactar a AMN para definir o tipo de ações a tomar; II) Divulgar o alerta e as medidas de autoproteção nas redes sociais e no site da CMPV; III) Contactar o proprietário do bar; IV) Proibir circulação de pedestres na via pedonal Este (entre os postos de interdição B e C);
3	3	Pessoas com comorbidade e/ou incapacidade de atenção	2	Galgamento total (Alerta vermelho): I) Contactar a AMN para definir o tipo de ações a tomar; II) Divulgar o alerta e as medidas de autoproteção nas redes sociais e no site da CMPV; III) Contactar o proprietário do bar; IV) Proibir circulação de pedestres na via pedonal de Este a Norte (entre os postos de interdição B e D);
			3	Galgamento total (Alerta vermelho): I) Contactar a AMN para definir o tipo de ações a tomar; II) Divulgar o alerta e as medidas de autoproteção nas redes sociais e no site da CMPV; III) Contactar o proprietário do bar; IV) Proibir circulação de pedestres na via pedonal de Este a Norte (entre os postos de interdição B e D);
			0	Galgamento leve (Alerta Amarelo): I) Contactar a AMN para definir o tipo de ações a tomar; II) Divulgar o alerta e as medidas de autoproteção nas redes sociais e no site da CMPV; III) Contactar o proprietário do bar; IV) Proibir circulação de pedestres na via pedonal Este (entre os postos de interdição B e C);
3	3	Pessoas com comorbidade e/ou incapacidade de atenção	1	Galgamento leve (Alerta Amarelo): I) Contactar a AMN para definir o tipo de ações a tomar; II) Divulgar o alerta e as medidas de autoproteção nas redes sociais e no site da CMPV; III) Contactar o proprietário do bar; IV) Proibir circulação de pedestres na via pedonal Este (entre os postos de interdição B e C);
			2	Galgamento parcial (Alerta Laranja): I) Contactar a AMN para definir o tipo de ações a tomar; II) Divulgar o alerta e as medidas de autoproteção nas redes sociais e no site da CMPV; III) Contactar o proprietário do bar; IV) Proibir circulação de pedestres na via pedonal Este (entre os postos de interdição B e C);
			3	Galgamento total (Alerta vermelho): I) Contactar a AMN para definir o tipo de ações a tomar; II) Divulgar o alerta e as medidas de autoproteção nas redes sociais e no site da CMPV; III) Contactar o proprietário do bar; IV) Proibir circulação de pedestres na via pedonal de Este a Norte (entre os postos de interdição B e D);





XII CPGZC

XII CONGRESSO SOBRE PLANEAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS
COSTEIRAS DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA

Zonas Costeiras Inteligentes

Praia da Vitória

Aplicação do HIDRALERTA e ações

- Quando é emitido um alerta, os Serviços Municipais
 - Confirmam *in situ* a ocorrência
 - Avaliam medidas preventivas:
 - encerramento de vias pedonais
 - encerramento de vias rodoviárias
 - Informam o LNEC
 - Da ocorrência
 - Registam magnitude e extensão do fenómeno
- O retorno da ocorrência real é essencial para melhorar o sistema



Figura 2 – Loca



Figura 3 – Local onde é feita a interrupção da via ped

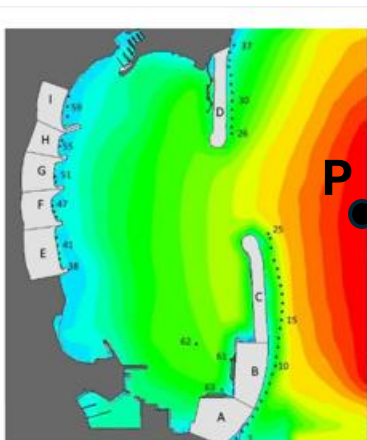


Figura 4 – Local onde é feita a interrupção, só da via pedestre Este a Norte.



Figura 5 – Local onde é feita a interrupção de ambas as vias pedestres a Norte.

Restrições à circulação de pessoas e veículos

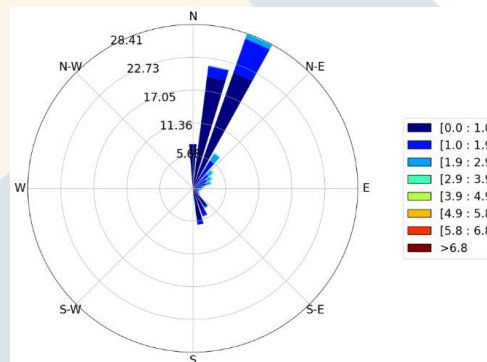
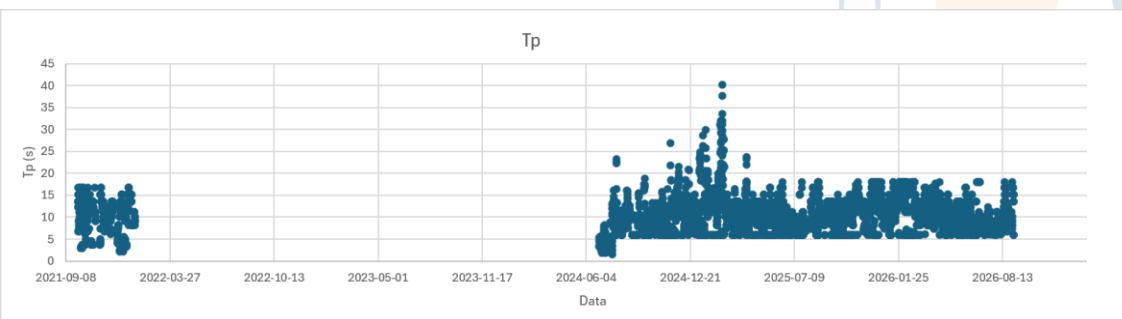
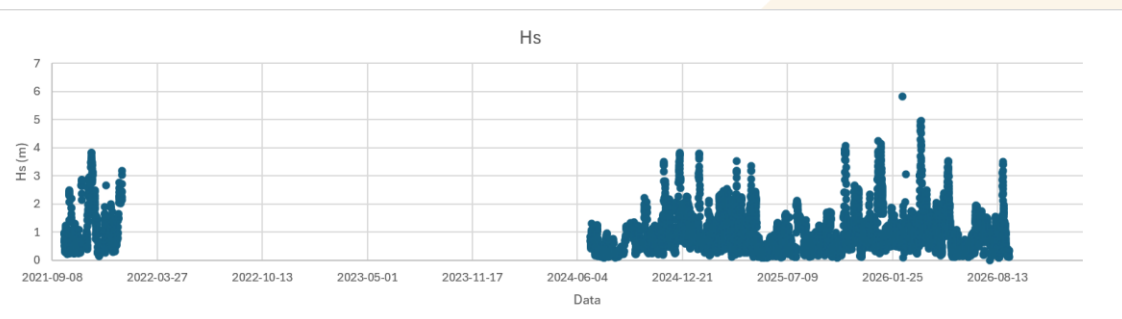


II CPGZC

CONGRESSO SOBRE PLANEAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS
LITORÂLEAS DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA
As Costeiras Inteligentes

HIDRALERTA - Agitação

- Regime de agitação marítima (2022 ao presente, 6441)



Praia da Vitória, Point P1 - Rose of Directions, Dirm.

Parâmetros	HS	Tp	Dir
Média	0.97	10.3	61.3
Erro-padrão	0.01	0.0	0.7
Mediana	0.80	10.1	35.0
Moda	0.30	11.1	16.8
Desvio-padrão	0.72	3.6	52.3
Variância da amostra	0.51	12.6	2737.4
Curtose	3.56	3.9	-0.4
Assimetria	1.65	1.1	0.9
Intervalo	5.73	38.8	354.7
Mínimo	0.10	1.5	0.3
Máximo	5.83	40.2	355.0
Contagem	6439	6439	6439



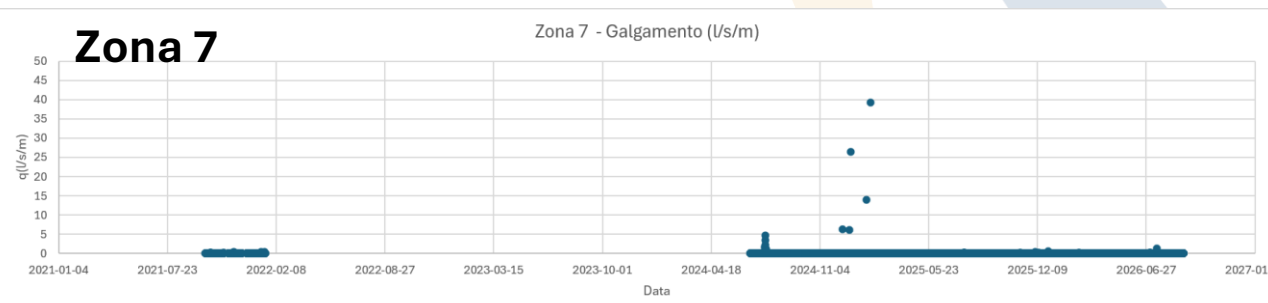
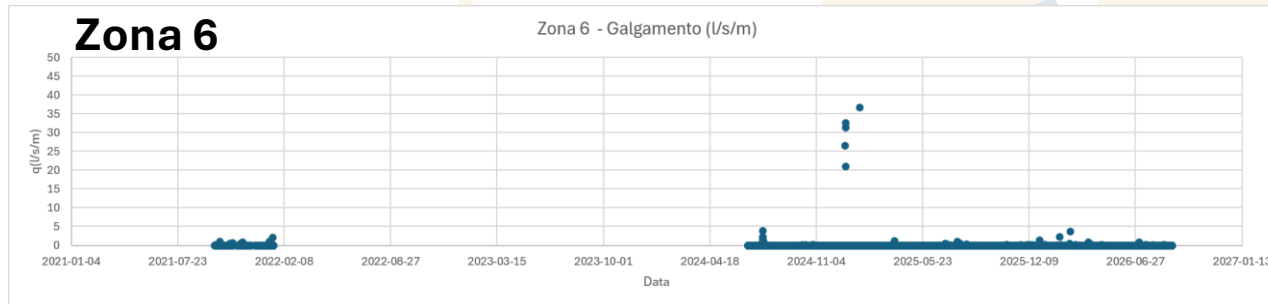
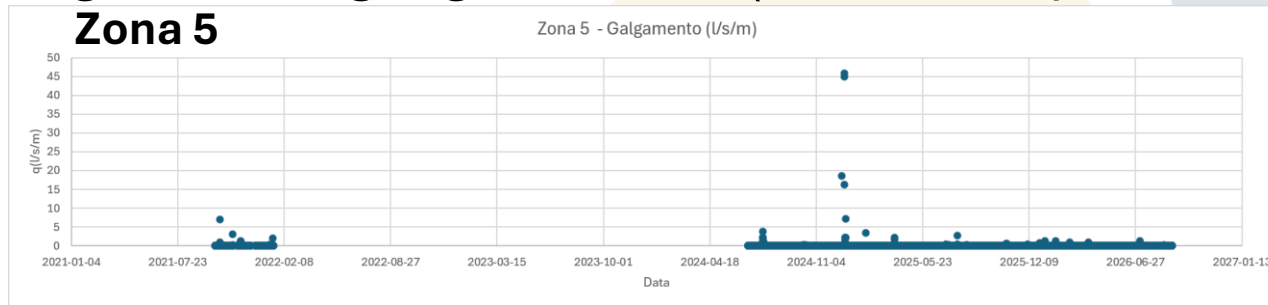
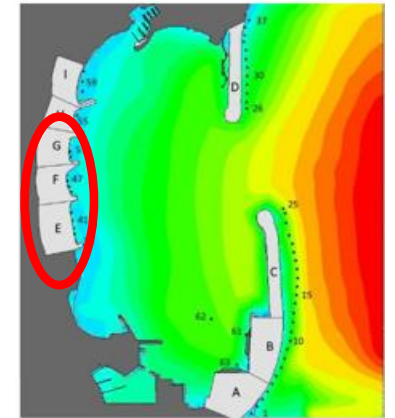
XII CPGZC

XII CONGRESSO SOBRE PLANEAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS
COSTEIRAS DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA

Zonas Costeiras Inteligentes

HIDRALERTA - Galgamentos

- Regime de galgamento (2022 ao presente, 6441)



Galgamento

Zona	N. Total	Valor máximo (l/s/m)
5	285	382
6	263	160
7	186	186
8	167	167
9	69	69



XII CPGZC

XII CONGRESSO SOBRE PLANEAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS
COSTEIRAS DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA

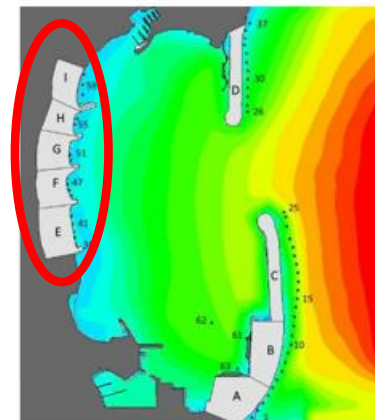
Zonas Costeiras Inteligentes

HIDRALERTA - Alertas

- Série de alertas (2022 ao presente, 6441) - Pessoas

Alertas (Número)

Zona	Amarelo	Laranja	Vermelho	Total
5	62	21	27	110
6	65	23	17	105
7	53	9	13	75
8	40	10	17	67
9	22	7	3	32
Total	242	70	77	389



Alertas (%)

Zona	Amarelo	Laranja	Vermelho	Total
5	15	5	6	26
6	15	5	4	25
7	13	2	3	18
8	9	2	4	16
9	5	2	1	8

Data	Descrição - CMPV e PCMV
21/12/2023	Sem galgamento
09/10/2024	Salpicos nas zonas 5 e 6 (1)
12/10/2024	Salpicos na zona 5 (1)
19/10/2024	Não houve galgamento
15/12/2024	Galgamento significativo (3)
16/12/2024	Galgamento significativo (3)
17/12/2024	Galgamento significativo (3)
01/01/2025	Sem galgamento
02/01/2025	Sem galgamento
03/01/2025	Sem galgamento
04/01/2025	Sem galgamento
05/01/2025	Sem galgamento
06/01/2025	Sem galgamento
07/01/2025	Sem galgamento
08/01/2025	Sem galgamento
24/01/2025	Sem Galgamento
05/03/2025	Galgamento ligeiro (1-2)
08/03/2025	Galgamento ligeiro (1-2)
31/03/2025	Galgamento ligeiro (1-2)
01/04/2025	Galgamento ligeiro (1-2)
04/04/2025	Galgamento ligeiro (1-2)
19/04/2025	Galgamento ligeiro (1-2)
20/04/2025	Galgamento ligeiro (1-2)
07/07/2025	Sem galgamentos
08/07/2025	Sem galgamentos
09/07/2025	Sem galgamentos
10/07/2025	Sem galgamentos
11/07/2025	Sem galgamentos
25/07/2025	Galgamento ligeiro (1-2)
31/07/2025	Sem galgamentos
28/10/2025	Galgamento ligeiro (1-2)
13/11/2025	Galgamento significativo (3)
03/01/2026	Galgamento significativo (3)
04/01/2026	Galgamento significativo (3)
28/01/2026	Galgamento significativo (3)
04/02/2026	Sem galgamentos
16/02/2026	Sem galgamentos
19/03/2026	Galgamento significativo (3)
20/03/2026	Galgamento significativo (3)

Desempenho do HIDRALERTA

- Metodologia
 - ✓ Coletar a informação fornecida pela CMPV e PCPV desde 2022
 - ✓ Identificar os correspondentes boletins do HIDRALERTA
 - ✓ Comparar as duas informações
 - 41% confirmação positiva
 - 59% não há confirmação
- Limitações fortes
 - ✓ Observador:
 - Informação do observador não sistemática e muito qualitativa
 - Sem horas/dias precisas da ocorrência de galgamento
 - Sem zonas definidas
 - Subjetividade, principalmente para galgamentos baixos
 - Falta de evidências que comprovem as observações (fotos, vídeos, etc.)
 - ✓ HIDRALERTA
 - ✓ DREAMS (modelo linear)
 - NN_OVERTOPPING2 (ferramenta neuronal)



XII CPGZC

XII CONGRESSO SOBRE PLANEAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS
COSTEIRAS DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA

Zonas Costeiras Inteligentes

Estratégia de melhoria

- Utilizar o modelo numérico SWASH (em lugar de NNOVERTOPPING2) para estimar os galgamentos em situações críticas
 - SWASH (Zijlema et al., 2011) é um modelo numérico não hidrostático baseado nas equações de águas pouco profundas, desenvolvido para simular a propagação e transformação de ondas em zonas costeiras
 - Simula fenómenos não lineares, como rebentação, galgamento e inundação e permite obter uma caracterização mais detalhada da extensão da inundação costeira e do galgamento em situações de alerta
1. Identificação dos episódios discrepantes
 2. Caracterização das condições de agitação marítima
 3. Identificação de padrões de ocorrência
 4. Simulações complementares com SWASH
 5. Cálculo detalhado do galgamento e inundação
 6. Reavaliação de toda a série de alertas desde 2022



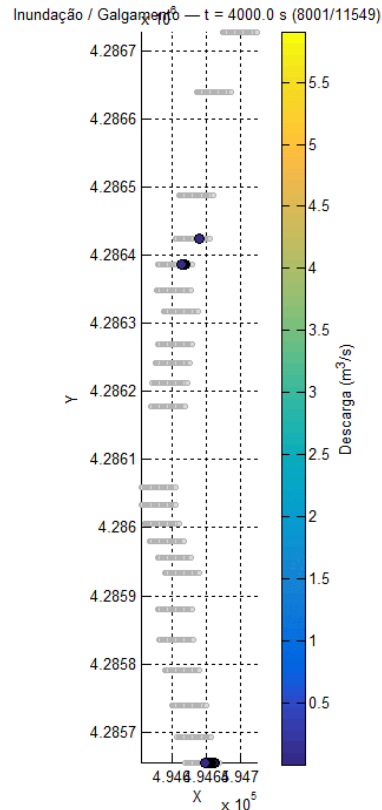
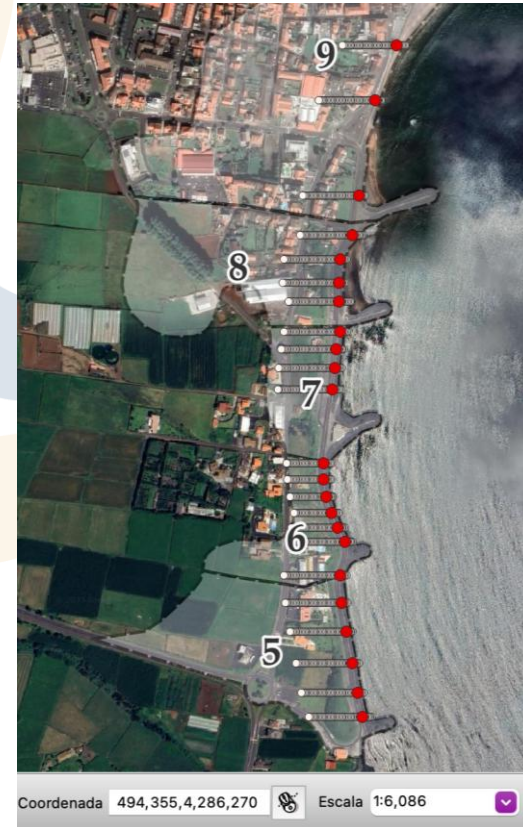
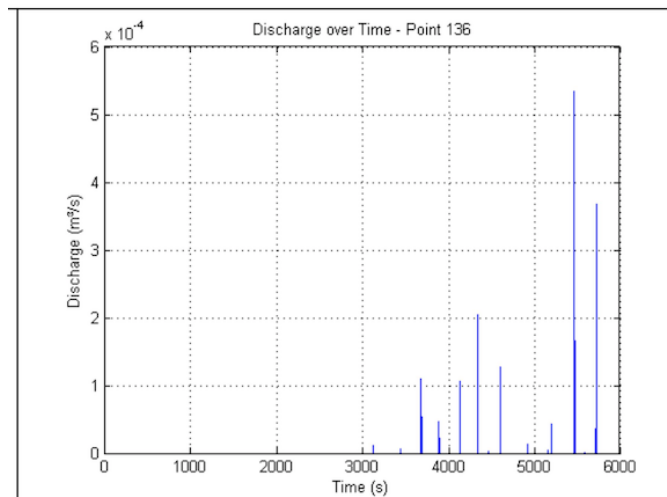
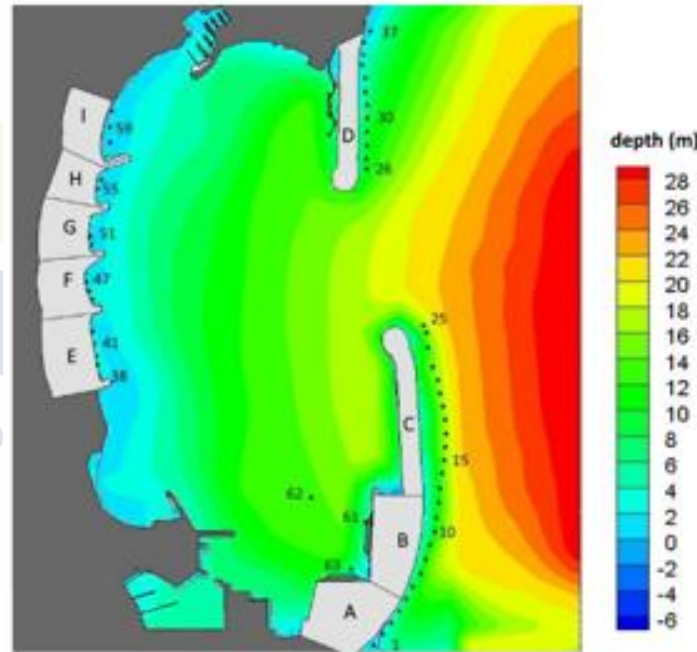
XII CPGZC

XII CONGRESSO SOBRE PLANEAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS
COSTEIRAS DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA

Zonas Costeiras Inteligentes

Aplicação do modelo SWASH (Dinusch, 2025, Lima, 2025)

- Modelação SWASH em Praia da Vitória:
 - Resolução temporal: 0.5 s
 - Pontos de controlo: 597 pontos distribuídos da linha de costa para o interior
- Condições de cálculo
 - $T_p = 10$ a 14 s
 - $Dir = 50^\circ$ e 70°
 - $H_s = 1.0$ a 4 m



Data	Descrição - CMPV e PCMV	Alerta HIDRALERTA	Confirmação	Alerta SWASH	Confirmação
21/12/2023	Sem galgamento	0	sim		
09/10/2024	Salpicos nas zonas 5 e 6 (1)	1	sim	1	sim
12/10/2024	Salpicos na zona 5 (1)	0	não	2	não
19/10/2024	Não houve galgamento	3	Não		
15/12/2024	Galgamento significativo (3)	0	não	3	sim
16/12/2024	Galgamento significativo (3)	3	Sim		
17/12/2024	Galgamento significativo (3)	0	não		
01/01/2025	Sem galgamento	0	sim		
02/01/2025	Sem galgamento	0	sim		
03/01/2025	Sem galgamento	0	sim		
04/01/2025	Sem galgamento	0	sim		
05/01/2025	Sem galgamento	0	sim	2	não
06/01/2025	Sem galgamento	0	sim	0	sim
07/01/2025	Sem galgamento	0	sim		
08/01/2025	Sem galgamento	3	não		
24/01/2025	Sem Galgamento	3	sim	0	sim
05/03/2025	Galgamento ligeiro (1-2)	0	não	2	sim
08/03/2025	Galgamento ligeiro (1-2)	0	não	2	sim
31/03/2025	Galgamento ligeiro (1-2)	3	não	2	sim
01/04/2025	Galgamento ligeiro (1-2)	0	não	1	sim
04/04/2025	Galgamento ligeiro (1-2)	0	não	2	sim
19/04/2025	Galgamento ligeiro (1-2)	0	não	2	sim
20/04/2025	Galgamento ligeiro (1-2)	0	não	1	sim
07/07/2025	Sem galgamentos	0	sim	0	sim
08/07/2025	Sem galgamentos	0	sim	2	não
09/07/2025	Sem galgamentos	0	sim	1	não
10/07/2025	Sem galgamentos	1	não	3	não
11/07/2025	Sem galgamentos	1	não		
25/07/2025	Galgamento ligeiro (1-2)	0	não	0	não
31/07/2025	Sem galgamentos	1	não		
28/10/2025	Galgamento ligeiro (1-2)	0	não	2	sim
13/11/2025	Galgamento significativo (3)	0	não	2	sim
03/01/2026	Galgamento significativo (3)	0	não	3	sim
04/01/2026	Galgamento significativo (3)	0	não	3	sim
28/01/2026	Galgamento significativo (3)	2	não	2	sim
04/02/2026	Sem galgamentos	3	não		
16/02/2026	Sem galgamentos	0	sim		
19/03/2026	Galgamento significativo (3)	0	não	3	sim
20/03/2026	Galgamento significativo (3)	0	não	3	sim

Estratégia de melhoria

Confirmação	HIDRALERTA		SWASH	
	N.	%	N.	%
Sim	15	38.5	15	76.0
Não	24	61.5	6	24.0

- SWASH
 - Só foi aplicado para direções entre 50 a 70°
 - Maior aproximação à descrição qualitativa
 - Galgamentos intensos melhor simulados
 - Continuam os problemas em situações sem galgamento
- Limitações fortes
 - ✓ Observador:
 - Informação do observador não sistemática e muito qualitativa
 - Sem horas/dias precisas da ocorrência de galgamento
 - Sem zonas definidas
 - Sujetividade, principalmente para galgamentos baixos
 - Falta de evidencias que comprovem as observações (fotos, videos, etc.)



XII CPGZC

XII CONGRESSO SOBRE PLANEAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS
COSTEIRAS DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA

Zonas Costeiras Inteligentes

CONCLUSÕES

- HIDRALERTA previu com sucesso 41% dos casos de alerta
- Utilização do modelo SWASH é promissora mas é necessário a construção da matriz de transferência para transferir a totalidade da série de dados desde 2022
- Próximos passos
 - Instalação da camara de video
 - Validação do HIDRALERTA com imagens da camara
 - Avaliação do desempenho do sistema HIDRALERTA com NN_OVERTOPPING2 versus SWASH



XII CPGZC

XII CONGRESSO SOBRE PLANEAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS
COSTEIRAS DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA

Zonas Costeiras Inteligentes



Cofinanciado por
la Unión Europea

LIFE20 CCA/ES/001641



LIFE
Garachico

COASTAL FLOODING ADAPTATION TO CLIMATE CHANGE THROUGH FLEXIBLE
STRATEGIES IN MACARONESIA URBAN AREA

Obrigada por sua atenção



www.lifegarachico.eu



GRAFCAN



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL



Grupo Tragsa



Universidad
de La Laguna

elittoral